



BARRAGEM SUBTERRÂNEA: UMA ALTERNATIVA DE AMENIZAR OS EFEITOS DA SECA NO SEMIÁRIDO PARAIBANO.

ALMEIDA, Karla Estefanny de Lacerda¹
ARAÚJO, Alexandre Ribeiro de²
BANDEIRA, Gutemberg de Oliveira³
OLIVEIRA, Andréa Maria Brandão Mendes de⁴
SILVA, Yara Dayane de Lira⁵

RESUMO

A barragem subterrânea como o próprio nome indica é uma estrutura de barramento que tem como objetivo reter o curso de água subterrânea através de um obstáculo localizado abaixo da superfície onde ocorre o curso natural da água de um rio, fazendo com que a água fique armazenada no solo e possa posteriormente ser captada e utilizada. Quando uma fonte hídrica é superficial a exemplo dos rios e lagos intermitentes presentes na Paraíba, existe uma dependência sobre a geologia da área para o reabastecimento das reservas hídricas tradicionais. Assim, vários são os estudos e tecnologias desenvolvidas com o objetivo de aumentar a disponibilidade de água e suprir as demandas, sobretudo da população rural que vivencia o problema das estiagens. Nesse contexto as barragens subterrâneas surgem como uma alternativa tecnológica de coexistência capaz de viabilizar a produção agrícola e pecuária no semiárido paraibano, proporcionado assim um desenvolvimento e convívio sustentável. Mediante uma revisão bibliográfica do tipo narrativa e exploratória a cerca da compreensão dos problemas causados pelo processo cíclico e natural da seca que assola a região nordeste brasileira, principalmente a Paraíba, fica conclusivo a necessidade de práticas e tecnologias sustentáveis de captação de água como é o caso das barragens subterrâneas.

¹ Karla Estefanny de Lacerda Almeida. Advogada. Graduada em Direito pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG. Pós-graduanda em Direito Civil e Processual Civil pelas Faculdades Integradas de Patos – FIP. Pós graduanda em Direito Constitucional Aplicado e Direito Previdenciário pela LEGALE. Mestranda em Sistemas Agroindustriais do Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar - CCTA da UFCG, Campus Pombal/PB. E-mail karla_estefanny@hotmail.com

² Alexandre Ribeiro de Araújo. Graduado em Ciências Contábeis pela Universidade Estadual da Paraíba - UEPB. Graduado em Direito pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG. Especialista em Direito Penal. Mestrando em Sistemas Agroindustriais do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA da UFCG, Campus de Pombal/PB. E-mail: alexparaiba1970@gmail.com

³ Gutemberg de Oliveira Bandeira. Graduado em Direito pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG. Pós-graduando em Direito Administrativo e gestão pública pelas Faculdades Integradas de Patos UNIFIP. Mestrando em Sistemas Agroindustriais do Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar - CCTA da UFCG, Campus Pombal/PB. Secretário Municipal de Assistência Social no Município de Lagoa-PB. E-mail: gutembergbandeira@hotmail.com

⁴ Andréa Maria Brandão Mendes de Oliveira. Professora Associada da Universidade Federal de Campina Grande, lotada na Unidade Acadêmica de Ciências e Tecnologia Ambiental (UACTA/CCTA). Atuou como Vice-Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais da mesma instituição (2016), é Coordenadora do Laboratório de Análise de Água. Pós- Doutora em Engenharia Sanitária e Ambiental (DEHA) pela Universidade Federal do Ceará - UFC (CAPES 7). Possui Doutorado em Química pela Universidade Federal da Paraíba, Mestrado em Engenharia Química pela Universidade Federal de Campina Grande, Especialização em Gestão e Análise Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba e Graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal de Campina Grande. É líder do Grupo de Pesquisa Núcleo de Saneamento e Economia Ambiental – NUSEA. E-mail: prof.andreabrandao@gmail.com

⁵ Yara Dayane de Lira Silva, Graduada em Direito pela Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. Advogada, Mestranda em Sistemas Agroindustriais do Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar - CCTA da UFCG, Campus Pombal/PB. E-mail: lirasilvaadv@gmail.com



Palavras-chave: Barragem subterrânea. Tecnologia de Coexistência. Semiárido. Agricultura familiar.

INTRODUÇÃO

O Brasil está incluído entre os países com maior reserva de água doce do mundo, porém, devido às suas dimensões geográficas e diversidade climática, algumas regiões sofrem problemas graves de escassez de água, como o Semiárido Nordeste. Naturalmente o ciclo da água promove a sua recuperação. Entretanto, na prática, não é o que se observa, tendo em vista os inúmeros fatores que interferem neste ciclo hidrológico.

As regiões semiáridas são caracterizadas pelas precipitações pluviométricas escassas e concentradas em apenas alguns meses do ano, além disso, em decorrência das altas temperaturas a taxa de evaporação é elevada, o que acaba gerando déficits constantes das reservas hídricas convencionais, tais como barragens superficiais, açudes e rios.

É nesse cenário que as barragens subterrâneas surgem como estruturas promissoras para serem implementadas no semiárido paraibano de maneira efetiva, tendo em vista o baixo custo para a implantação e manutenção, além da facilidade de construção das estruturas que podem inclusive ser replicadas em diferentes condições físicas, geológicas e ambientais, nos mais diversos contextos socioeconômicos beneficiando grande parte da população rural, uma vez que viabilizam as atividades agrícolas e suprem a necessidades de consumo humano e das pequenas criações.

Observa-se desta forma, que nas localidades onde os recursos hídricos são limitados, escassos ou mesmo inexistentes, a barragem subterrânea é o recurso viável de ser implantado, entretanto, se faz necessário o gerenciamento da forma de utilização desse recurso, tendo em vista que o uso desordenado possa vir a gerar consequências negativas tanto no que se refere ao meio ambiente local como social. De acordo com Lima *et al.* (2013), na construção das barragens alguns fatores devem ser observados, por exemplo: a precipitação média da região, vazões dos rios, riachos ou linhas de drenagem, granulometria dos solos da área selecionada, qualidade da água, quanto ao aspecto salinidade, capacidade de armazenamento do aquífero e profundidade da camada impermeável, tudo isso para que o potencial de exploração das águas das barragens seja satisfatório.

Segundo (OLIVEIRA *et al.*, 2010), antes da efetivação da construção das barragens é necessário um estudo da morfologia e da longitude do perfil das bacias, para que assim tendo



em vista o planejamento de execução da obra esta se perfaça tendo em vista a gestão sustentável dos recursos hídricos presentes nas bacias e sub-bacias existentes no território onde ocorrerá a implantação da barragem. Tudo isso faz com que se entenda que a disponibilidade de água de maneira adequada e suficiente para as necessidades de determinada região, é um fator preponderante e ao mesmo tempo limitante para o desenvolvimento socioeconômico da região.

Diante do cenário explicitado resta evidente a necessidade de estudos cada vez mais detalhados sobre os manejos adequados dos recursos hídricos na região semiárida paraibana, principalmente no que se refere às barragens subterrâneas e a sua utilização como forma de garantir a sustentabilidade da cadeia produtiva em períodos de estiagem.

Desta forma, a presente pesquisa tem como objetivo despertar no leitor, mediante uma revisão bibliográfica a compreensão dos problemas causados pelo processo cíclico e natural da seca que assola a região nordeste brasileira, mais precisamente o sertão paraibano e como as barragens subterrâneas podem contribuir para amenizar os efeitos da escassez de água, no sentido de expor a tecnologia como uma forma simples e pouco onerosa para que seja possível a realização do aumento da oferta hídrica nos leitos secos dos rios aproveitamento os depósitos aluviais ou mesmo, criando depósitos quando da sua inexistência para suprir as demandas, sobretudo da população rural que vivencia o angustiante e contínuo problema da falta d'água permitindo desta forma o desenvolvimento de uma cultura agrícola para o sustento familiar através do o armazenamento sustentável da água.

METODOLOGIA

O presente estudo consiste em uma revisão literária do tipo narrativa e exploratória. O levantamento literário foi obtido de bases acadêmicas conceituadas indexadas ao periódico CAPES, consistindo de artigos, livros, dissertações e teses (texto integral) que demonstrem correlações diretas e indiretas sobre o fato estudado. As buscas das obras acadêmicas não foram limitadas por língua, mas foram limitadas por data de publicação, onde estas tinham, no máximo, dez anos de publicação, salvo àquelas consideradas imprescindíveis devido a sua relevância histórica. As coletas de dados seguiram três premissas: a leitura exploratória, a leitura seletiva e o registro das informações extraídas. Na leitura exploratória ocorreu uma leitura rápida para identificar a relevância da obra com relação ao tema estudado. A leitura

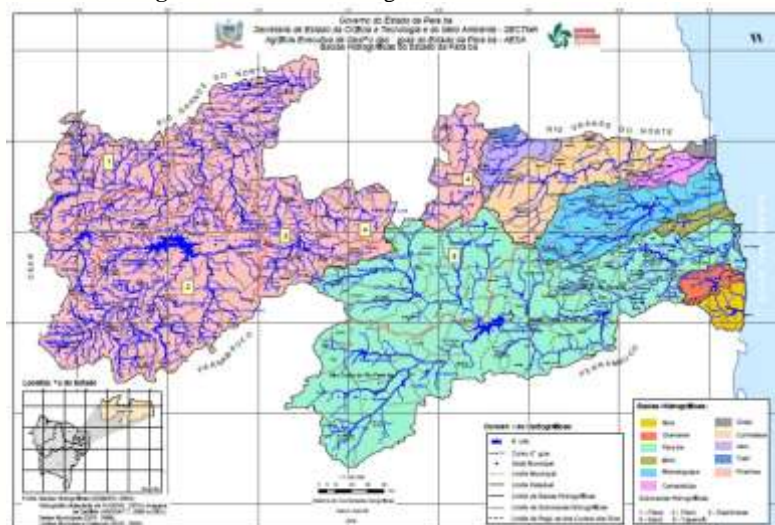


seletiva está relacionada ao aprofundamento das obras consideradas mais relevantes. Por fim, as informações extraídas são registradas e analisadas.

REFERENCIAL TEÓRICO

No tocante aos aspectos econômico, social e político, o Estado da Paraíba está dividida em 4 mesorregiões, assim denominadas, de acordo com a classificação estabelecida pelo IBGE: Mata Paraibana, Agreste Paraibano, Borborema e Sertão Paraibano. Já no que se refere a caracterização da Bacias Hidrográficas Paraibanas tem-se que o Estado da Paraíba está dividido em onze bacias hidrográficas conforme (Figura 01) sendo elas: Rio Paraíba; Rio Abiaí; Rio Gramame; Rio Miriri; Rio Mamanguape; Rio Camaratuba; Rio Guaju; Rio Piranhas; Rio Curimataú; Rio Jacu; e Rio Trairi. As cinco últimas são bacias de domínio federal.

Figura 01 – Bacias Hidrográficas do Estado da Paraíba



Fonte: AESA, 2020

De acordo com o Comitê de Bacias Hidrográficas do Estado da Paraíba, as bacias são formadas por conjunto de terras que fazem a drenagem da água das precipitações para esse curso de água e seus afluentes. Nesse sentido, a formação da bacia hidrográfica dá-se através dos desníveis dos terrenos que orientam os cursos da água, sempre das áreas mais altas para as mais baixas. Às vezes, as regiões hidrográficas são confundidas com "bacias hidrográficas". Porém, as bacias hidrográficas são menores - embora possam se subdividir em sub-bacias e as regiões hidrográficas podem abranger mais de uma bacia.



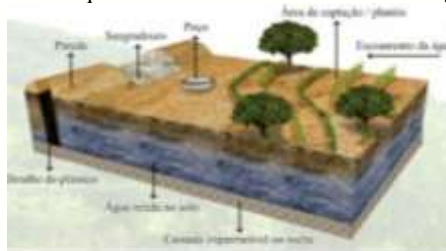
de aproximadamente 50 cm acima da superfície, na direção oposta à descida das águas, formando uma vazante artificial temporária que mantém o terreno molhado por dois a cinco meses após a época chuvosa, admitindo o plantio ainda que em períodos de estiagem.

Tem como objetivo justamente de reter a água da chuva tanto na superfície, quanto dentro do solo por meio dessa parede construída diagonalmente à direção das águas, que se infiltram no solo lentamente, criando ou elevando o lençol freático, que será usado em seguida pelas plantas.

A barragem subterrânea é uma tecnologia que vem sendo empregada em vários estados do Nordeste com o intuito de reprimir os riscos de perdas da safra por meio do aumento da umidade do solo. (MELO *et al.*, 2011). Representam um tipo de intervenção de baixo custo operacional que pode ser implementada em grande escala, observando as condições naturais da região, sendo que, no Nordeste, tais experiências vem sendo desenvolvidas desde a década de 80, com pesquisas realizadas por institutos como a EMBRAPA.

A barragem subterrânea como o próprio nome indica é uma estrutura de barramento que tem como objetivo reter o curso de água subterrânea através de um obstáculo localizado abaixo da superfície onde ocorre o curso natural da água de um rio, fazendo com que a água fique armazenada no solo e possa posteriormente ser captada e utilizada. (Figura 03) . Esse barramento é feito de maneira transversal ao leito dos rios, córregos etc., através da fixação de uma lona ou manta plástica em uma vala previamente escavada até a parte do solo impermeável/rochoso.

Figura 03- Desenho esquemático do funcionamento da barragem subterrânea



Fonte: Embrapa, 2020

Existem dois tipos de estrutura hidráulica que possuem a função de barrar o fluxo de água dentro do solo: a barragem subterrânea submersa e a barragem subterrânea submersível.

A barragem submersa é definida como aquela que possui sua parede totalmente dentro do solo, barrando apenas o fluxo de água subterrâneo, uma vez que fica em contato com a rocha, mas não atinge a superfície do solo, ou seja, o barramento fica no mesmo nível do solo



e não possui sangrador, sendo indicada quando a construção ocorre no leito de riachos temporários.

Já a barragem submersível é uma estrutura hidráulica formada por uma parede que parte da camada impermeável ou rocha até uma altura acima da superfície do terreno, objetivando barrar, além da água subterrânea, a superficial também, de tal forma que na época das chuvas se forme um pequeno lago temporário (SILVA *et al.*, 2011). Nesse tipo de barragem é feito um sangradouro de forma a escoar o excesso de água e preservar a encosta acima do solo

Independentemente do tipo e modelo da barragem subterrânea, sua construção deve ser realizada no período seco (verão), após os estudos da área onde se pretende implantar a barragem. De acordo com Lima *et al.* (2013), na construção dessas barragens devem ser observados alguns fatores, tais como: a precipitação média da região, vazões dos rios, riachos ou linhas de drenagem, granulometria dos solos da área selecionada, qualidade da água, quanto ao aspecto salinidade, capacidade de armazenamento do aquífero e profundidade da camada impermeável.

Ademais, a construção de uma barragem subterrânea não pode ser feita em qualquer lugar, justamente porque para a sua plena utilização de acordo com os objetivos almejados é necessário observar as condições naturais do terreno, através de uma sondagem do solo e posteriormente realizar a demarcação do local onde será construída a barragem.

Assim, posteriormente a demarcação da área onde a barragem será implantada é necessário escavar uma vala, seja manualmente ou através da utilização de uma retroescavadeira, no sentido transversal da descida das águas até a rocha ou camada impermeável. Em seguida é feita a limpeza da parede, que tem por objetivo eliminar os materiais pontiagudos (raízes, pedras e torrões) que possam vir a danificar o plástico.

Após a realização da limpeza da Parede dentro da vala que foi escavada, coloca-se de forma estendida um plástico de polietileno por toda sua extensão, é justamente o plástico que formará a barreira impermeabilizante da barragem. Depois da colocação do plástico, a vala deve ser fechada com a mesma terra que foi retirada no processo de abertura, entretanto, nesse momento também deve-se retirar pedras, torrões e raízes maiores e mais pontiagudos, para evitar a perfuração da lona o que acabaria comprometendo a eficácia da barragem,.

Além disso, conforme já descrito nas barragens subterrâneas submersíveis (SILVA *et al.*, 2011) uma pequena parede é formada na encosta, e é justamente nessa parece que deve ser



feito um sangradouro para eliminar o excedente de água acumulado quando da ocorrência de chuvas mas fortes.

Por último, nas barragens localizadas em leitos de rios ou riachos, recomenda-se a construção de um poço na área de plantio/captação, da parte mais profunda do terreno, há uma distância aproximada de 5m da parede impermeabilizante, para que assim seja possível a utilização da água tanto para consumo, quando para a hidratação das criações, ou até mesmo para a irrigação do entorno local. Ademais, será através dele que no período seco, se terá acesso por assim dizer a barragem subterrânea.

O poço pode ser revestido com anéis de cimento ou tijolos ou placas pré-moldada (LIMA, 2007; CAVALCANTI *et al.*, 2006; BOTELHO *et al.*, 2011). É através do poço que será permitido o acompanhamento do nível da água dentro do solo, bem como coleta a água para análise de sua qualidade quando for necessário. Essa análise da água é recomendada a cada dois anos, coletando-se nos períodos de estiagem e durante as chuvas, respectivamente (SILVA *et al.* , 2010b; SILVA *et al.* , 2010c).

Apesar da aparente simplicidade na construção da barragem, alguns cuidados devem ser observados, principalmente no que se refere a escavação da trincheira. (BRITO *et al.*, 1999; COSTA, 1997). Desta forma segundo Lima *et al.* . (2009), informações como espessura, porosidade efetiva, permeabilidade, variação lateral e vertical de fácies (de canal e da planície de inundação), além do gradiente do rio ou riacho são fundamentais não apenas para instalação da barragem, mas principalmente para a estimativa da reserva hídrica e para a própria gestão da água que será armazenada.

Segundo dados de MOURA *et al.*, (2007) a região nordeste, possui uma extensão territorial de cerca de 1,56 milhão de km² (18,2% do território nacional), e possui a maior parte do Semiárido brasileiro, que é formado por um conjunto de espaços caracterizados pelo balanço hídrico negativo, resultante das precipitações médias anuais inferiores a 800 mm, insolação média de 2800h ano⁻¹, temperaturas médias anuais de 23° a 27° C, evaporação de 2.000 mm ano⁻¹ e umidade relativa do ar média em torno de 50%.

O clima é assim a característica mais importante do semiárido brasileiro, em decorrência da incidência das secas estacionais e periódicas (Mendes, 1997), que pode afetar substancialmente os recursos hídricos, a agricultura e a pecuária e determinar o sucesso ou não da atividade agrícola e pecuária e a sobrevivência das famílias sertanejas. Conforme dados do Dossiê Nordeste Seco (Nordeste, 1999), o Semiárido brasileiro é a área semiárida mais povoada do mundo e, possui a parcela mais pobre da população brasileira, em



decorrência das adversidades climáticas, associadas a outros fatores históricos, geográficos e políticos o que acaba gerando graves problemas sociais.

Nesse contexto, (JHA *et al.*, 2009; NILSSON, 1988) apresentam as barragens subterrâneas como extremamente positivas quando comparadas com outros sistemas tradicionais de acumulação de água tendo em vista a sua funcionalidade, baixo custo de construção/implementação, menor risco de contaminação, baixa perda de água por evaporação além do beneficiamento da área de cultivo devido à elevação do lençol freático e a consequente possibilidade de fornecimento de irrigação às culturas em maior parte do ano.

Azevedo, Nascimento & Furtado (2010), ainda apresentam que as barragens subterrâneas possuem quase nenhum risco de rompimento, e ainda que em eventuais problemas de perda de água durante o funcionamento do sistema a facilidade de manutenção e de realização de reparos é muito mais simples que os demais sistemas tradicionais de acumulação de água. Tudo isso acaba reduzindo os impactos ambientais quando comparados às barragens superficiais e na possibilidade do sistema integrar-se ao meio ambiente.

Outra vantagem extremamente importante é que segundo Silva *et al.* (2013), nas pequenas e médias propriedades, as áreas potencialmente agricultáveis são os baixios, e nestes, geralmente, são construídos os reservatórios de águas superficiais (açudes e barreiras convencionais), cobrindo totalmente a área explorável. Com a implantação da barragem subterrânea essa limitação é suprimida, pois a área de armazenamento de água é a mesma de plantio, ou seja, de exploração agrícola.

Assim sistemas de produção baseados nas tecnologias da agroecologia podem transformar as restrições do semiárido em potencialidades promovendo uma convivência produtiva e sustentável para as famílias que vivem no campo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As barragens subterrâneas, atreladas a outras tecnologias de captação e armazenamento das águas das chuvas no sertão paraibano, acabam que por contribuir para a soberania, segurança alimentar e nutricional dos sertanejos atrelado à geração de renda. Desta forma se torna menos difícil o convívio com as adversidades do clima semiárido.

Assim, o incentivo a construção de barragens subterrâneas no semiárido paraibano constitui uma boa alternativa para captação e armazenamento de água visando atender boa parte das necessidades sociais e econômica das comunidades rurais. Pois as barragens



subterrâneas apresentam maior funcionalidade, baixo custo de construção, menor risco de contaminação, baixa perda de água por evaporação e a possibilidade de utilização de suas terras para cultivos diversos.

Porém para que isso ocorra de maneira mais eficiente e satisfatória é necessário além do engajamento de órgãos públicos e privados a própria participação mais ativa do agricultor, de forma que esse possa ser guiado para o aprimoramento de conhecimentos e práticas no que se refere às barragens subterrâneas.

Desta forma diante do contexto atual das mudanças climáticas e da escassez de água, não apenas a nível local, mas também a nível mundial, fica claro a necessidade de práticas e tecnologias sustentáveis de captação de água como é o caso das barragens subterrâneas.

REFERÊNCIAS

AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas. **Caracterização das Bacias Hidrográficas da Paraíba**. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2016/11/PE_02.pdf> Acesso em: 21 Out. 2020

AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas. **Caracterização das Regiões Naturais da Paraíba**. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2016/11/PE_05.pdf> Acesso em: 21 Out. 2020

AZEVEDO, M. A.; NASCIMENTO J. W. B.; FURTADO, D. A. Técnicas construtivas para barragens subterrâneas, bapucosa e poços amazonas. **Revista Educação Agrícola Superior**, v. 25, n. 1, 2010. p. 31-36.

BOTELHO, A. R.; BARBOSA, A. G.; RIBEIRO, C. A.; FLAVIO, G. **Barragem subterrânea**. ASA Brasil. Tecnologias sociais para convivência com o Semiárido. Série Estocagem de Água para produção de alimentos. Recife: ASA, 2011. 23 p

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. **Soluções tecnológicas – barragens subterrâneas**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/2129/barragem-subterranea>>. Acesso em: 21 de Out. 2020.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Social. **Programa Cisternas - Modelo da Tecnologia Social de Acesso à Água Nº 05.- Barragem Subterrânea**. Disponível em: <http://www.mds.gov.br/webarquivos/arquivo/seguranca_alimentar/cisternas_marcolegal/tecnologias_sociais/Barragem%20Subterranea05/IO_SESAN_n5_09122013_ANEXO.pdf> Acesso em: 21 Out. 2020.



CAVALCANTI, A.; LINS, F. E.; FARIAS JÚNIOR, M.; MORAIS, V. de M. **Barragem subterrânea: um jeito inteligente de guardar água na terra**. Recife: Diaconia, 2006. 46 p. (Diaconia. Série Recursos Hídricos).

CIRILO, J.; ABREU, G. F. H.; COSTA, M. R. Soluções para o suprimento de água de comunidades rurais difusas no semiárido brasileiro: avaliação de barragens subterrâneas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Volume 8 n. 4. 2003. p. 5-24

COSTA, W. D. **Manual de barragens subterrâneas: conceitos básicos, aspectos locais e construtivos**. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente de Pernambuco-PE, 1997.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Pesquisa mapeia áreas potenciais para construção de barragens subterrâneas em Alagoas**. Disponível em: <<https://saense.com.br/2019/12/pesquisa-mapeia-areas-potenciais-para-construcao-de-barragens-subterraneas-em-alagoas/>>. Acesso em: 21 Out. 2020.

GNADLINGER, J.; SILVA, A. de S.; BRITO, L. T. de L. **P1+2: Programa uma terra e duas águas para um Semiárido sustentável**. In: BRITO, L. T. de L.; MOURA, M. S. B. de; GAMA, G. F. B. (Ed.). Potencialidades da água de chuva no semiárido brasileiro. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2007, v. 1, p. 63-77.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Organização do Território. Estrutura Territorial. Semiárido Brasileiro**. 2017. Disponível em: <https://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/estrutura_territorial/semiario_brasileiro/Situacao_23nov2017/mapa_Semiario_2017_11_23.pdf>. Acesso em: 22 Out. 2020.

JHA, M. K.; KAMII, Y.; CHIKAMORI, K. Cost-effective approaches for sustainable groundwater management in alluvial aquifer systems. **Water Resources Management**, New York, v. 23, n. 2, p. 219–233, 2009.

LIMA, A. de O.; Lima Filho, F. P.; Dias, N. da S.; Rego, P. R. do A.; Blanco, F. F.; Ferreira Neto, M. Mechanisms controlling surface water quality in the Cobra River Sub-Basin, northeastern Brazil. **Revista Caatinga**, v. 30, p. 181-189, 2017.

LIMA, A. O. **Manejo sustentável da água: construindo barragens subterrâneas**. 2. ed. Natal: Visão Mundial. 45 p, 2007

LIMA, A. O.; DIAS, N. S.; NETO, M. F.; SANTOS, J. E. J.; REGO, P. R. A.; LIMA-FILHO, F. P. Barragens subterrâneas no semiárido Brasileiro: análise histórica e metodologias de construção. **Irriga**, Botucatu, v. 18, n. 2, p. 200-211, 2013.

MELO, R. F. de; CRUZ, L. C.; ANJOS, J. B. dos; BRITO, L. T. de L.; PEREIRA, L. A. **Uso de irrigação de salvação em barragem subterrânea para agricultura familiar**. In: SIMPÓSIO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DESERTIFICAÇÃO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO, 3., 2011, Juazeiro. Experiências para mitigação e adaptação. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011. 1 CD-ROM. (Embrapa Semiárido. Documentos, 239).



MENDES, B. V. **Biodiversidade e desenvolvimento sustentável do Semiárido**. Fortaleza: SEMACE, 1997. 108 p. il.

MOURA, M. S. B. de; GALVINCIO, J. D.; BRITO, L. T. de L.; SOUZA, L. S. B. DE; SÁ, I. I. S.; SILVA, T. G. F. da. **Clima e água de chuva no Semiárido**. Embrapa Semiárido. 2007. Disponível em:
<<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/159649/1/OPB1515.pdf>>. Acesso em: 22. Out. 2020.

NASCIMENTO, Alexandre Ferreira do; [et al.]. **Caracterização geoambiental em áreas de barragens subterrâneas no Semiárido brasileiro**. Dados eletrônicos. – Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Solos; Recife, PE: Embrapa Solos UEP Recife, 2015. Disponível em:
<<https://www.embrapa.br/solos/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1039672/caracterizacao-geoambiental-em-areas-com-barragem-subterranea-no-semiarido-brasileiro>>. Acesso em: 22 Out. 2020.

NILSSON, A. **Groundwater dams for small-scale water supply**. London: Intermediate Technology, 1988. 64 p.

NORDESTE sertanejo: a região semiárida mais povoada do mundo. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 13, n. 35 p. 60-68, Mai/Ago. 1999.

OLIVEIRA, P. T. S. *et al* . Caracterização morfométrica de bacias hidrográficas através de dados SRTM. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 8, p. 819-825, 2010.

SILVA, M. S. L da; MENDOÇA, A. E. S.; ANJOS, J. B.; HONÓRIO, A. P. M.; SILVA, A. S.; BRITO, L. T. L. **Barragem subterrânea: água para produção de alimentos**. In: BRITO, L. T. L.; MOURA, M. S. B.; GAMA, G. F. (Org.). Potencialidades da água de chuva no Semiárido brasileiro. Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido, 2007b. p. 121-137.

SILVA, M. S. L da; MENDOÇA, A. E. S.; NERI, F. N.; OLIVEIRA NETO, M. B. de; PARAHYBA, R. P. da B.; SANTOS, J. C. P dos; CUNHA, T. J. F.; SOUZA, B. A. de. – **Barragem Subterrâneas: Experiências no Território do Sertão do Araripe**, Estado de Pernambuco. Recife: Embrapa Solos: 2010c. 4p. (Embrapa Solos. Circular, 58).

SILVA, M. S. L. da; PARAHYBA, R. P. da B.; OLIVEIRA NETO, M. B. de; ANJOS, J. B.; CUNHA, T. J. F.; CARDOSO, L. B.; MOTA, C. L. **Avaliação da Qualidade da Água para fins de Irrigação em Áreas de Barragens Subterrâneas no Semiárido do Nordeste Brasileiro**. Recife: Embrapa Solos: 2011. 6p. (Embrapa Solos. Circular, 64).